

**SKRIPSI**

**KOMBINASI REMEDIASI *Typha latifolia*, FERMENTASI JERAMI, DAN  
*Pseudomonas aeruginosa* DALAM PENYERAPAN LOGAM BERAT  
SENG (Zn) DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

Disusun Oleh:  
**Yunia Frischilla**  
NPM: 120801277



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
YOGYAKARTA  
2017**

**KOMBINASI REMEDIASI *Typha latifolia*, FERMENTASI JERAMI, DAN  
*Pseudomonas aeruginosa* DALAM PENYERAPAN LOGAM BERAT  
SENG (Zn) DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Program Biologi  
Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh derajat S-1

Disusun Oleh:  
**Yunia Frischilla**  
**NPM: 120801277**



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
YOGYAKARTA  
2017**

## PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan judul :

**KOMBINASI REMEDIASI *Typha latifolia*, FERMENTASI JERAMI, DAN  
*Pseudomonas aeruginosa* DALAM PENYERAPAN LOGAM BERAT  
SENG (Zn) DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

**Yunia Frischilla**

**NPM: 120801277**

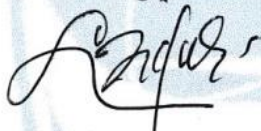
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari Jumat, 14 Juli 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

### SUSUNAN TIM PENGUJI

Pembimbing Utama



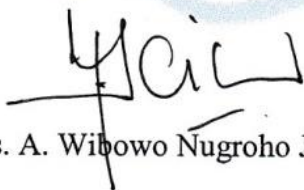
(Dra. L. Indah M. Yulianti, M. Si)

Dosen Penguji



(Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M. Sc)

Pembimbing Pendamping



(Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M. S.)

Yogyakarta, 31 Juli 2017

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI**



Dekan



(Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M. Sc)



**I Can Do All Things Trough  
"CHRIST"  
Which Strengtheneth me  
-Philippians 4:13-**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yunia Frischilla

N P M : 120801277

Judul Skripsi : **KOMBINASI REMEDIASI *Typha latifolia*,  
JERAMI FERMENTASI, DAN *Pseudomonas aeruginosa* DALAM  
PENYERAPAN LOGAM BERAT SENG (Zn) DARI LIMBAH CAIR  
INDUSTRI BATIK**

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas benar-benar merupakan hasil karya dari saya sendiri dan saya dengan sejujur-jujurnya berdasarkan norma akademik dan bukan merupakan hasil plagiat. Adapun semua kutipan di dalam skripsi ini telah saya sertakan nama penulisnya dan telah saya cantumkan ke dalam Daftar Pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ternyata saya terbukti melanggar pernyataan saya tersebut, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku (dicabut predikat kelulusan dan gelar kesarjanaan saya).

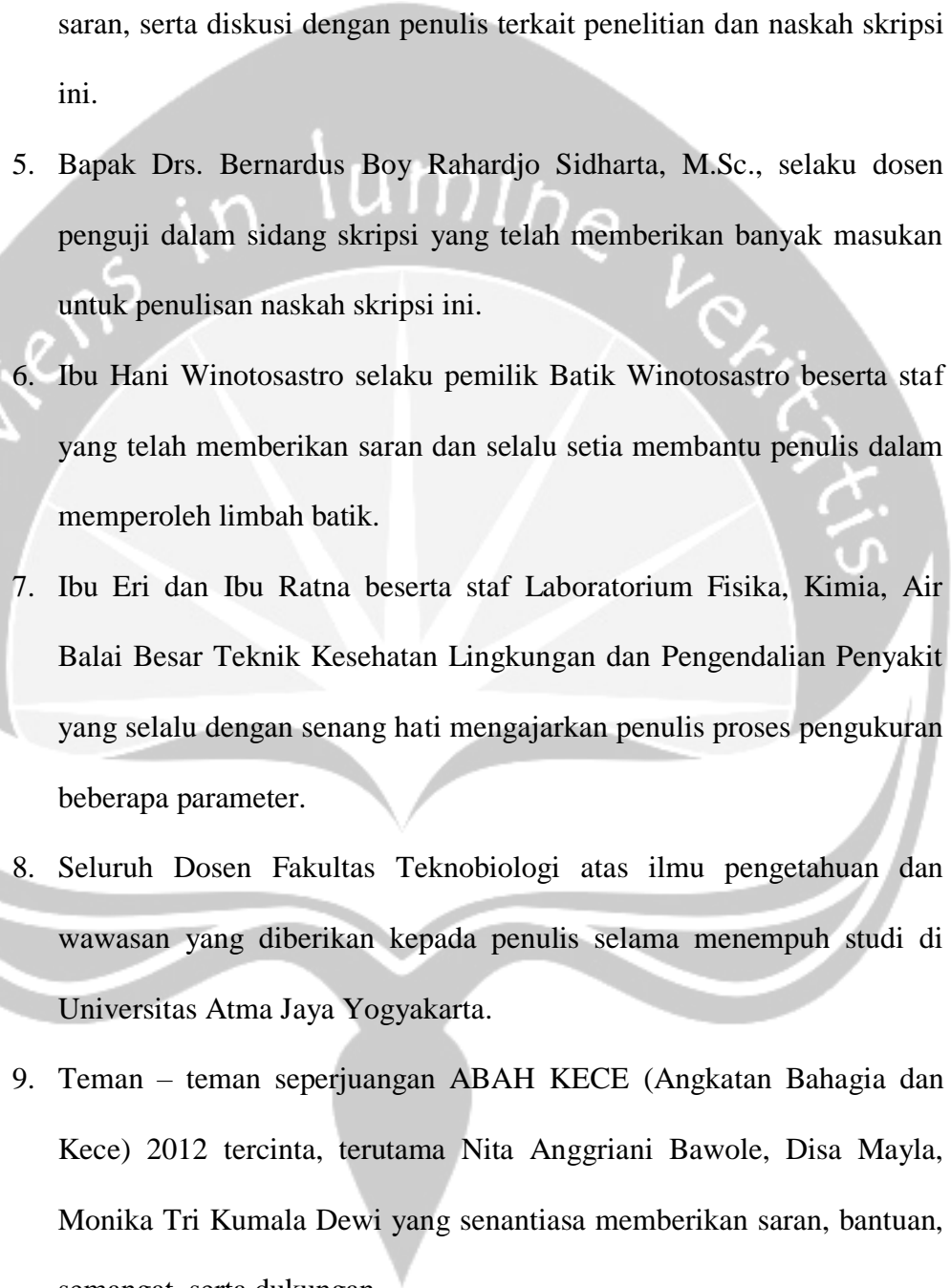
Yogyakarta, 14 Juli 2017  
Yang menyatakan,

Yunia Frischilla  
120801277

## KATA PENGANTAR

Adil Ka' Talino Bacuramint Ka' Saruga Basengat Ka' Jubata, Arus. Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, penyertaan dan limpahan-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan lancar dan menyelesaikan naskah skripsi dengan judul **“KOMBINASI REMEDIASI *Typha latifolia*, FERMENTASI JERAMI, DAN *Pseudomonas aeruginosa* DALAM PENYERAPAN LOGAM BERAT SENG (Zn) DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK”**. Pelaksanaan penelitian dan penulisan naskah skripsi ini diajukan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Terlaksana dan terselesaikannya penelitian ini tentu tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Terima kasih penulis sampaikan kepada yang terkasih kedua orang tua Bapak Fhirdaus Sagam dan Mama Mariaty Babaro, saudara saya Henny Juliana, Apriani Albertha, Oktaviani Karunia Putri, dan yang terkasih Yoshua Vikas Arthit serta seluruh keluarga besar yang menjadi motivasi, dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.
2. Dekan Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Dra. L. Indah Murwani Yulianti M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang selalu senantiasa membimbing, memberikan saran dan pengarahan, serta motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi ini.

- 
4. Bapak Drs. Alphonsus Wibowo Nugroho Jati M. S., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, serta diskusi dengan penulis terkait penelitian dan naskah skripsi ini.
  5. Bapak Drs. Bernardus Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc., selaku dosen penguji dalam sidang skripsi yang telah memberikan banyak masukan untuk penulisan naskah skripsi ini.
  6. Ibu Hani Winotosastro selaku pemilik Batik Winotosastro beserta staf yang telah memberikan saran dan selalu setia membantu penulis dalam memperoleh limbah batik.
  7. Ibu Eri dan Ibu Ratna beserta staf Laboratorium Fisika, Kimia, Air Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit yang selalu dengan senang hati mengajarkan penulis proses pengukuran beberapa parameter.
  8. Seluruh Dosen Fakultas Teknobiologi atas ilmu pengetahuan dan wawasan yang diberikan kepada penulis selama menempuh studi di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
  9. Teman – teman seperjuangan ABAH KECE (Angkatan Bahagia dan Kece) 2012 tercinta, terutama Nita Anggriani Bawole, Disa Mayla, Monika Tri Kumala Dewi yang senantiasa memberikan saran, bantuan, semangat, serta dukungan.

10. Berbagai pihak yang telah membantu penulis selama penelitian, memberikan saran, dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian beserta naskah skripsi ini.

Tak ada gading yang tak retak begitu pula dengan naskah skripsi ini yang jauh dari sempurna karna kesempurnaan hanya milik Tuhan Yesus Kristus. Maka dari itu penulis menerima kritik serta saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat luas dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

Yogyakarta, Juli 2017

Yunia Frischilla



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>INTISARI</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar belakang .....	1
B. Keaslian Penelitian .....	6
C. Rumusan Masalah .....	7
D. Tujuan .....	8
E. Manfaat .....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
A. Deskripsi Batik dan Zat Perwarnanya .....	9
B. Karakteristik Limbah Cair Batik .....	12
C. Dampak Limbah cair Industri Batik .....	14
D. Deskripsi, Taksonomi dan Kemampuan Hiperkumulasi Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	16
E. Fitoremediasi .....	18
F. Logam Berat Seng (Zn) .....	21
G. Jerami Padi .....	23
H. <i>Pseudomonas sp</i> .....	24
I. Hipotesis .....	25
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	26
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	26
B. Alat dan Bahan .....	26
C. Rancangan Percobaan .....	27
D. Cara Kerja .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	37
A. Jerami Hasil Fermentasi .....	37

	Halaman
B. Kualitas Limbah Cair Indigosol Coklat .....	38
C. Pengukuran Aktivasi Degradasi .....	40
1. Derajat Keasaman (pH) .....	40
2. Suhu .....	43
3. TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	47
4. TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	51
5. BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	55
6. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	61
7. Logam Berat Seng (Zn) .....	65
8. Parameter Pertumbuhan Tanaman .....	72
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>83</b>
A. Simpulan .....	83
B. Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>93</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Batik.....	13
Tabel 2. Hasil uji limbah cair batik “X” .....	14
Tabel 3. Rancangan Percobaan Fitoremediasi Penurunan Kadar Seng (Zn) .....	27
Tabel 4. Kualitas limbah Cair Indigosol Coklat Sebelum Aktivitas Degradasi ...	39
Tabel 5. Nilai pH pada Limbah Cair Indigosol Coklat .....	41
Tabel 6. Skala Suhu Pada Limbah Cair Indigosol Coklat.....	44
Tabel 7. Kadar TDS pada Limbah Cair Indigosol Coklat.....	48
Tabel 8. Kadar TSS pada Limbah Cair Indigosol Coklat .....	52
Tabel 9. Kadar BOD pada Limbah Cair Indigosol Coklat .....	57
Tabel 10. Kadar COD pada Limbah Cair Indigosol Coklat .....	63
Tabel 11. Kadar Logam Berat Zn pada Limbah Cair Indigosol Coklat.....	66
Tabel 12. Kadar Logam Berat Zn Pada Akar Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	70
Tabel 13. Berat Basah Tanaman .....	73
Tabel 14. Berat Kering Tanaman .....	75
Tabel 15. Panjang Tanaman .....	77
Tabel 16. Jumlah Tunas/Anakan Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	78
Tabel 17. Warna Daun Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	79
Tabel 18. Jumlah Daun Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	80
Tabel 19. <i>Raw Data</i> Parameter PH Selama 14 Hari .....	93
Tabel 20. Uji Anava Parameter PH Hari Ke-0 .....	93
Tabel 21. Uji Duncan Parameter Duncan PH Hari Ke-0 .....	93
Tabel 22. Uji Anava parameter PH Hari Ke-7 .....	94
Tabel 23. Uji Duncan Parameter Duncan PH Hari Ke-7 .....	94
Tabel 24. Uji Anava parameter PH Hari Ke-14 .....	94
Tabel 25. Uji Duncan Parameter Duncan PH Hari Ke-14 .....	94
Tabel 26. <i>Raw Data</i> Parameter Suhu Selama 14 Hari .....	95
Tabel 27. Uji Anava Parameter Suhu Hari Ke-0.....	95
Tabel 28. Uji Duncan Parameter Suhu Hari Ke-0.....	95
Tabel 29. Uji Anava Parameter Suhu Hari Ke-7.....	96

	Halaman
Tabel 30. Uji Duncan Parameter Suhu Hari Ke-7.....	96
Tabel 31. Uji Anava Parameter Suhu Hari Ke-14.....	96
Tabel 32. Uji Duncan Parameter Suhu Hari Ke-14.....	96
Tabel 33. <i>Raw Data</i> Parameter TDS Selama 14 Hari.....	97
Tabel 34. Uji Anava Parameter TDS Hari Ke-0 .....	97
Tabel 35. Uji Duncan Parameter TDS Hari Ke-0 .....	97
Tabel 36. Uji Anava Parameter TDS Hari Ke-7 .....	98
Tabel 37. Uji Duncan Parameter TDS Hari Ke-7 .....	98
Tabel 38. Uji Anava Parameter TDS Hari Ke-14 .....	98
Tabel 39. Uji Duncan Parameter TDS Hari Ke-14 .....	98
Tabel 40. <i>Raw Data</i> Parameter COD Selama 14 Hari .....	99
Tabel 41. Uji Anava Parameter COD Hari Ke-0 .....	99
Tabel 42. Uji Duncan Parameter COD Hari Ke-0 .....	99
Tabel 43. Uji Anava Parameter COD Hari Ke-7 .....	100
Tabel 44. Uji Duncan Parameter COD Hari Ke-7 .....	100
Tabel 45. Uji Anava Parameter COD Hari Ke-14 .....	100
Tabel 46. Uji Duncan Parameter COD Hari Ke-14 .....	100
Tabel 47. <i>Raw Data</i> Parameter BOD Selama 14 Hari .....	101
Tabel 48. Uji Anava Parameter BOD Hari Ke-0 .....	101
Tabel 49. Uji Duncan Parameter BOD Hari Ke-0 .....	101
Tabel 50. Uji Anava Parameter BOD Hari Ke-7 .....	102
Tabel 51. Uji Duncan Parameter BOD Hari Ke-7 .....	102
Tabel 52. Uji Anava Parameter BOD Hari Ke-14 .....	102
Tabel 53. Uji Duncan Parameter BOD Hari Ke-14 .....	102
Tabel 54. <i>Raw Data</i> Parameter TSS Selama 14 Hari.....	103
Tabel 55. Uji Anava Parameter TSS Hari Ke-0.....	103
Tabel 56. Uji Duncan Parameter TSS Hari Ke-0.....	103
Tabel 57. Uji Anava Parameter TSS Hari Ke-7 .....	104
Tabel 58. Uji Duncan Parameter TSS Hari Ke-7 .....	104
Tabel 59. Uji Anava Parameter TSS Hari Ke-14.....	104

	Halaman
Tabel 60. Uji Duncan Parameter TSS Hari Ke-14 .....	104
Tabel 61. <i>Raw Data</i> Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Selama 14 Hari .....	105
Tabel 62. Uji Anava Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Hari Ke-0 .....	105
Tabel 63. Uji Duncan Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Hari Ke-0 .....	105
Tabel 64. Uji Anava Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Hari Ke-7 .....	105
Tabel 65. Uji Duncan Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Hari Ke-7 .....	105
Tabel 66. Uji Anava Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Hari Ke-14 .....	106
Tabel 67. Uji Duncan Parameter Kadar Zn Dalam Limbah Hari Ke-14 .....	106
Tabel 68. <i>Raw Data</i> Berat Kering Tanaman .....	107
Tabel 69. Uji Anava Berat Kering Tanaman .....	107
Tabel 70. Uji Duncan Berat Kering Tanaman .....	107
Tabel 71. <i>Raw Data</i> Kadar Zn Dalam Akar .....	108
Tabel 72. Uji Anava Kadar Zn Dalam Akar .....	108
Tabel 73. Uji Duncan Kadar Zn Dalam Akar .....	108

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema Pembuatan Batik dan Sumber Limbah .....	15
Gambar 2. Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	17
Gambar 3. Kemungkinan jalur penyerapan polutan .....	21
Gambar 4. Jerami Hasil Fermentasi Dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	37
Gambar 5. Diagram Peningkatan Nilai pH Selama 14 Hari .....	42
Gambar 6. Diagram Skala Penurunan Suhu Selama 14 Hari .....	45
Gambar 7. Grafik Penurunan Kadar TDS Selama 14 Hari .....	51
Gambar 8. Grafik Penurunan Kadar TSS selama 14 hari .....	54
Gambar 9. Kurva Penurunan Kadar BOD Selama 14 Hari .....	59
Gambar 10. Kurva Penurunan Kadar COD Selama 14 Hari .....	64
Gambar 11. Kurva Penurunan Kadar Logam Berat Zn Selama 14 Hari .....	68
Gambar 12. Diagram Kadar Zn Pada Akar Tanaman Selama 14 Hari .....	71
Gambar 13. Diagram Berat Basah Tanaman .....	74
Gambar 14. Diagram Berat Kering Tanaman .....	76
Gambar 15. Diagram Panjang Tanaman Hari ke-0 Sampai Hari ke-14 .....	77
Gambar 16. Hasil Inokulasi Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Pada Medium NB.....	109
Gambar 17. Hasil Inokulasi Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Pada Medium NA .....	109
Gambar 18. Tanaman <i>Typha latifolia</i> Pada Saat Proses Aklimatisasi .....	110
Gambar 19. Tanaman <i>Typha latifolia</i> Sebelum Proses Pengeringan Untuk Pebgukuran Berat Kering .....	110
Gambar 20. Sertifikat Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	112

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Analisis Varian Dan Uji Duncan pH Limbah Cair Indigosol Coklat .....	91
Lampiran 2. Analisis Varian dan Uji Duncan parameter Suhu Limbah Cair Indigosol Coklat .....	93
Lampiran 3. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Parameter TDS Limbah Cair Indigosol Coklat .....	95
Lampiran 4. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Parameter COD Limbah Cair Indigosol Coklat .....	97
Lampiran 5. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Parameter BOD Limbah Cair Indigosol Coklat .....	99
Lampiran 6. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Parameter TSS Limbah Cair Indigosol Coklat .....	101
Lampiran 7. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Kadar Zn Dalam Limbah Cair Indigosol Coklat .....	103
Lampiran 8. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Berat Kering Tanaman .....	105
Lampiran 9. Hasil Analisis Varian Dan Uji Duncan Kadar Zn Dalam Akar .....	106
Lampiran 10. Dokumentasi Hasil Inokulasi Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	109
Lampiran 11. Dokumentasi Tanaman <i>Typha latifolia</i> Pada Saat Proses Aklimatisasi .....	110
Lampiran 12. Dokumentasi Tanaman <i>Typha latifolia</i> Sebelum Proses Pengeringan Untuk Pengukuran Berat Kering .....	110
Lampiran 13. Rumus Perhitungan Indeks Bioremediasi (IBR) .....	111
Lampiran 14. Sertifikat Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	112

## INTISARI

Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan dan berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat yang dikategorikan sebagai limbah berbahaya sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Bioremediasi merupakan salah satu cara untuk mendegradasi limbah dengan menggunakan tanaman, jerami hasil fermentasi, dan mikrobial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas tanaman *Typha latifolia*, jerami hasil fermentasi dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam memperbaiki kualitas limbah cair batik berdasarkan nilai IBR dan mengetahui jumlah tanaman *Typha latifolia*, jerami hasil fermentasi dan *Pseudomonas aeruginosa* yang memiliki kemampuan paling baik dalam menurunkan logam Zn dalam limbah cair batik. Hasil yang didapatkan selama penelitian empat belas hari proses degradasi limbah cair batik indigosol coklat dengan empat perlakuan (Kontrol, penambahan 2, 4 dan 6 batang tanaman yang ditambahkan jerami hasil fermentasi sebanyak 250 gram) masing-masing memiliki kemampuan yang berbeda. Kemampuan remediasi masing-masing isolat bakteri diukur berdasarkan parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), pH, suhu, dan logam berat Zn (Seng). Perlakuan dengan penambahan 6 batang tanaman *Typha latifolia* dan jerami fermentasi sebanyak 250 gram yang paling efektif dalam mendegradasi limbah cair batik indigosol coklat. Perlakuan dengan penambahan 6 batang tanaman *Typha latifolia* dan jerami fermentasi sebanyak 250 gram mampu menurunkan kadar COD sebesar 76,38%, logam Zn sebesar 77,56%, 76,38%, BOD sebesar 82,62%, TSS sebesar 82,62%, dan TDS sebesar 35%.